Examen d'électromagnétisme Jeudi 9 janvier 2014 (2 heures)

Les exercices sont indépendants. Le barème est approximatif.
Les calculatrices ne sont pas autorisées. Justifier toutes les réponses aux questions.

Exercice 1. Cours (~ 5 points)

a) Définir le dipôle électrostatique. On pensera à définir le moment dipolaire et l'approximation dipolaire.
Tracer schématiquement (sans calcul) les lignes de champ d'un dipôle électrostatique dans l'approximation dipolaire.

b) Énoncer et démontrer la valeur de la capacité équivalente de deux condensateurs de capacité C et C' montés en série dans un circuit.

Exercice 2. Définition de l'unité Ampère *(~ 5 points)*

a) Considérons un fil infini rectiligne parcouru par un courant permanent I. Soit $\vec{B}(M)$ le champ magnétique créé par ce courant en tout point M de l'espace.

a.1) Par des arguments de symétrie et d'invariance que peut-on dire sur $\vec{B}(M)$?

a.2) Calculer $\vec{B}(M)$.

a.3) Tracer sur un schéma des lignes de champ de $\vec{B}$.

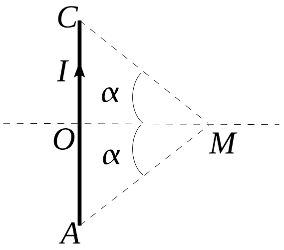
b) Deux fils rectilignes infinis, parallèles, distants de $d = 1$ m l'un de l'autre, sont parcourus par des courants d'intensité identiques I mais en sens contraire.

b.1) Quelle est la force par unité de longueur exercée par l'un des deux fils sur l'autre ? Faire un schéma indiquant clairement la direction et le sens de cette force.

b.2) Quelle doit être l'intensité I pour que cette force soit égale à 2.10^{-7} N/m. Application numérique.

Donnée : $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ SI

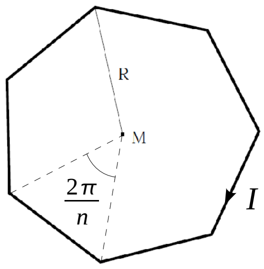
Exercice 3. (~ 6 points)



a) Soit une portion de circuit rectiligne [AC], de longueur a, parcourue par un courant I.
Calculer le champ magnétique en un point M d'une médiatrice de [AC], en fonction de l'angle α défini sur la figure et de la distance r de M à l'axe (AC), $r = OM$.

b) En déduire le champ magnétique au centre M d'un circuit en forme de polygône régulier de n cotés de rayon circonscrit R parcouru par un courant I.

c) En déduire, lorsque n tend vers l'infini, le champ magnétique créé par une spire circulaire en son centre.



Polygône régulier $n = 7$

Exercice 4. *(~ 7 points)*

Une boule sphérique de rayon R de centre O, porte une densité volumique de charge $\rho(r) = A/r$, où r est la distance au point O et A est une constante positive.

a) Quelle est l'unité de A en SI ?

b) Calculer la charge totale de cette sphère.

c) Par des arguments de symétrie et d'invariance, que peut-on dire du champ électrostatique $\vec{E}(M)$ en un point M de l'espace ?

d) Calculer $\vec{E}(M)$ en tout point M de l'espace.
- Tracer $\|\vec{E}\|$ en fonction de r.
- Tracer sur un schéma des lignes de champs de $\vec{E}$.

e) Calculer le potentiel $\Phi(M)$ en tout point M de l'espace. On prendra un potentiel nul à l'infini.
- Tracer Φ en fonction de r.
- Tracer les équipotentielles sur le schéma de la question d).